

## EMERGENCY OPERATION METHOD OF INVERTER FOR MOTOR DRIVE

Publication number: JP52034311

Publication date: 1977-03-16

Inventor: ISHIBASHI HIDEO

Applicant: FUJI ELECTRIC CO LTD

Classification:


- international: **H02P3/18; H02P27/06; H02P3/18; H02P27/04;** (IPC1-7): H02P3/18

- european: H02P27/06

Application number: JP19750111363 19750912

Priority number(s): JP19750111363 19750912

Also published as:

 DE2640622 (A1)

[Report a data error here](#)

Abstract of **JP52034311**

PURPOSE: To shorten idle time of motor before entering into generator operation when power is stopped.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(11)

# Offenlegungsschrift 26 40 622

(21)

Aktenzeichen:

P 26 40 622.4-32

(22)

Anmeldetag:

9. 9. 76

(43)

Offenlegungstag:

17. 3. 77

(30)

Unionspriorität:

(32) (33) (31)

12. 9. 75 Japan 50-111363

(54)

Bezeichnung:

Verfahren zum Notbetrieb eines eine Drehfeldmaschine speisenden Umrichters und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

(71)

Anmelder:

Fuji Electric Co., Ltd., Kawasaki, Kanagawa (Japan)

(74)

Vertreter:

Hoepffner, G., Dipl.-Ing. Dr.jur., Rechtsanwalt., 8520 Erlangen

(72)

Erfinder:

Ishibashi, Hideo, Dipl.-Ing., Hachioji, Tokio (Japan)

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

Verfahren zum Notbetrieb eines eine Drehfeldmaschine speisenden Umrichters und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Notbetrieb eines eine Drehfeldmaschine speisenden Umrichters mit einem selbstgeführten Wechselrichter, einem Zwischenkreis und einem an eine Versorgungsspannung angeschlossenen gesteuerten Gleichrichter, bei dem bei einer Unterbrechung der Versorgungsspannung die Frequenz des Wechselrichters derart vermindert wird, daß die Drehfeldmaschine generatorisch arbeitet und den Zwischenkreisspeicher speist. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens für einen Umrichter, dessen Gleichrichter ein durch ein Regelgerät beeinflusstes Zündwinkelsteuergerät vorgeschaltet ist, wobei dem Regelgerät eingangsseitig eine von einem Meßwandler abgeleitete Regelgröße der Drehfeldmaschine sowie ein zugeordneter Sollwert zugeführt ist, und dessen Wechselrichter durch eine Ansteuereinheit und einen vorgeschalteten Spannungs-Frequenz-Umsetzer getaktet wird, dessen Eingang ein Basis-Frequenzsollwert zugeführt ist.

Zur Speisung einer Drehfeldmaschine kann ein Umrichter mit Gleichspannungszwischenkreis oder ein Umrichter mit Gleichstrom-zwischenkreis eingesetzt werden. Im erstgenannten Fall wird der Wechselrichter mit einer geglätteten Gleichspannung über den Zwischenkreis versorgt, im zweiten Fall durch einen geglätteten Gleichstrom. Es ist bekannt, daß derartige selbstgeführte Wechselrichter zu Kommutierungsfehlern neigen, wenn als Folge einer

Unterbrechung der Versorgungsspannung die Eingangsgleichspannung oder der Eingangsgleichstrom zu weit absinken. Als Unterbrechung der Versorgungsspannung gilt im folgenden auch ein hinreichend starker Einbruch der Versorgungsspannung. Im Fall einer vergleichsweise langen Versorgungsspannungsunterbrechung, als deren Folge Kommutierungsfehler auftreten, bei der aber die Versorgungsspannung erst nach vollständigem Abklingen des Wechselrichterstroms wiederkehrt, werden keine Schädigungen eintreten. Jedoch im Fall von kurzzeitigen Versorgungsspannungsausfällen, bei denen die Versorgungsspannung vor dem Abklingen des Stromes im Wechselrichter wiederkehrt, fließt ein außerordentlich hoher Kurzschlußstrom unmittelbar nach der Wiederkehr der Versorgungsspannung durch den selbstgeführten Wechselrichter. Dabei können Schäden im selbstgeführten Wechselrichter, dem Gleichrichter und weiteren Elementen auftreten. Diese Gefahr kann durch unmittelbar auf den Versorgungsspannungsausfall erfolgende Stillsetzung des Gleichrichters und Betriebsunterbrechung des selbstgeführten Wechselrichters bis zur Wiederkehr der Versorgungsspannung ausgeschlossen werden. Ist jedoch der Betrieb des selbstgeführten Wechselrichters einmal unterbrochen, dann ist es nötig, zuerst zu überprüfen, ob die Anforderungen für die Wiederinbetriebsetzung erfüllt sind und anschließend den Wechselrichter zu starten. Daher tritt eine beträchtliche Totzeit auf, bis die normalen Betriebsbedingungen wieder erreicht sind. Die Totzeit wirkt beträchtlich auf den Betrieb des Gesamtsystems zurück, einschließlich der Drehfeldmaschine, die durch den selbstgeführten Wechselrichter gespeist ist.

Bei derartigen Systemen ist es erforderlich, einen kontinuierlichen sicheren Betrieb des selbstgeführten Wechselrichters zu ermöglichen, so daß ein kurzzeitiger Ausfall - sei es ein Einbruch oder eine Unterbrechung - der Versorgungsspannung nicht auf den Betrieb des Gesamtsystems einwirkt. Diese Forderung kann erfüllt werden, indem eine Hilfsspannungsquelle am Gleichspannungseingang des selbstgeführten Wechselrichters vorgesehen wird. Die Hilfsspannungsquelle ermöglicht die Fortführung des Betriebs des selbstgeführten Wechselrichters auch bei Ausfall der Versor-

gungsspannung über eine lange Zeit. In den meisten Fällen eines lang andauernden Ausfalls der Versorgungsspannung wird jedoch der weitere Betrieb des selbstgeführten Wechselrichters wegen der Betriebsunterbrechung von anderen Teilen des Gesamtsystems bedeutungslos. Darüber hinaus zieht das Vorsehen solch einer Hilfsspannungsquelle eine Erweiterung des Gesamtsystems und demzufolge Kostensteigerungen nach sich. Dies kann daher als keine vorteilhafte Lösung betrachtet werden.

Eine außerordentlich vorteilhafte Alternativlösung stellt das bekannte Verfahren dar, die Frequenz des Wechselrichters mit Gleichspannungszwischenkreis im Zeitpunkt des Versorgungsspannungsausfalls abzusenken, um für die Drehfeldmaschine den generatorischen Betrieb zu ermöglichen und einen Glättungskondensator im Gleichspannungszwischenkreis durch eine im Gleichrichter enthaltene Rückarbeitsdiode durch die EMK der Drehfeldmaschine aufzuladen (siehe die japanische Patentveröffentlichung Nr. 2703/1970; Fuji-jiko, Band 42, Nr. 7, Seiten 625 bis 629 und Band 47, Nr. 2, Seiten 242 bis 246). Dabei kann der selbstgeführte Wechselrichter seinen Betrieb fortsetzen solange die Drehfeldmaschine in Bewegung ist. Bei dem vorbekannten System wird die Ausgangsfrequenz des Wechselrichters beim Eingehen eines eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Signals stetig verringert. Dabei tritt unvermeidbar eine Totzeit auf, bis die synchrone Drehzahl unter die Maschinendrehzahl verringert ist, d.h. bis die Drehfeldmaschine die Bedingung für generatorischen Betrieb erreicht. Während der Totzeit nimmt die Spannung des Glättungskondensators C im Zwischenkreis weiter ab. Um sicherzustellen, daß die Spannung des Glättungskondensators C nicht unter einen Wert absinkt, bei dem der Betrieb des Wechselrichters nicht mehr aufrechterhalten werden kann, ist es notwendig, einen Glättungskondensator C vorzusehen, der eine sehr große Kapazität aufweist.

Es besteht die Aufgabe, ein Verfahren anzugeben, wodurch beim Notbetrieb während einer Unterbrechung der Versorgungsspannung ein abnormer Abfall der Gleichspannung, bzw. des Gleichstroms,

am Eingang des selbstgeführten Wechselrichters unmittelbar nach Versorgungsspannungsausfalls vermieden werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Frequenzsollwert für den Wechselrichter (INV) unmittelbar nach der Unterbrechung der Versorgungsspannung sprunghaft erniedrigt wird.

Damit wird die zum Übergang in den generatorischen Betrieb der Drehfeldmaschine benötigte Zeitspanne verkürzt und die in dieser Zeitspanne stattfindende Entladung der Zwischenkreisspeicher verringert. Daher können gleichzeitig die Glättungselemente des Zwischenkreises kleiner gehalten werden, wodurch Kostenverringerungen ermöglicht werden.

Eine vorteilhafte Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens besteht darin, daß eine Überwachungseinheit zur Überwachung der Versorgungsspannung auf Unterbrechungen vorgesehen ist, deren eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigendes Ausgangssignal dem Zündwinkelsteuergerät, dem Regelgerät sowie einer Hilfsanordnung zugeführt ist, die ausgangsseitig einen Frequenzhilfsollwert liefert, der einer eingangsseitigen Additionsstufe des Spannungs-Frequenz-Umsetzers zusätzlich zum Basisfrequenzsollwert zugeführt ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren 1 bis 8 beispielhaft näher erläutert. Dabei zeigt:

Figur 1 in Form eines Blockdiagramms eine schematische Anordnung eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung,

Figur 2 die Zeitabhängigkeit des Drehzahlwertes und des Drehzahl-sollwertes zwischen Unterbrechung und Wiederkehr der Versorgungsspannung zur Erläuterung des Notbetriebs nach der vorliegenden Erfindung,

Figur 3 ein Schaltbild der Hilfsanordnung 7 (Figur 1),

Figur 4 die Zeitabhängigkeit von Signalen zur Erläuterung der Funktion der Hilfsanordnung 7,

Figur 5 in Form eines Schaltbildes ein weiteres Ausführungsbeispiel der Hilfsanordnung 7,

Figur 6 das Zeitverhalten von Signalen der in Figur 5 dargestellten Schaltung,

Figur 7 das Schaltbild eines abgewandelten Teils der in den Figuren 3 und 5 dargestellten Hilfsanordnungen,

Figur 8 das Zeitverhalten von Signalen zur Erläuterung der Wirkungsweise des in Figur 7 dargestellten Teils.

In Figur 1 ist die Drehfeldmaschine M beispielsweise ein dreiphasiger Induktionsmotor, dessen Statorwicklung mit dem Wechselspannungsausgang des selbstgeführten Wechselrichters INV verbunden ist. Ein Gleichrichter REC, der mit einem die Versorgungsspannung liefernden Drehstromnetz N verbunden ist, umfaßt beispielsweise Thyristoren in einer dreiphasigen Brückenschaltung. In dem Zwischenkreis zwischen dem Gleichrichter REC und dem selbstgeführten Wechselrichter INV sind eine Glättungsdrossel L und ein Glättungskondensator C enthalten. Demzufolge ist der Wechselrichter INV Teil eines Umrichters mit Gleichspannungszwischenkreis. Als Wechselrichter INV können verschiedene Arten von bekannten Wechselrichtern in Verbindung mit einem Gleichspannungszwischenkreis eingesetzt werden, so beispielsweise auch dreiphasige Thyristorwechselrichter, wie sie in Fuji-jiko, Band 47, Nr. 2, Seite 242, Figuren 2a und 6 dargestellt sind.

Die einzelnen Thyristoren innerhalb des Wechselrichters INV erhalten ihre Zündimpuls durch eine Ansteuereinheit 1, die einen Ringzähler, einen Impulsverstärker und einen Impulsübertrager umfaßt. Der Ansteuereinheit 1 wird eingangsseitig ein Impulszug von einem Spannungs-Frequenz-Umsetzer 2 zugeführt. Der Impulszug kann eine Frequenz aufweisen, die ein ganzzahliges Vielfaches

(beispielsweise das sechsfache) der gewünschten Ausgangsfrequenz des Wechselrichters INV ist. Der Spannungs-Frequenz-Umsetzer 2 wird eingangsseitig durch einen Frequenzsollwert  $V_f - V_f'$  gespeist. Unter normalen Betriebsbedingungen ist der Wert von  $-V_f'$  gleich Null, so daß der Frequenzsollwert gleich dem Basisfrequenzsollwert  $V_f$  ist. Dieser Basisfrequenzsollwert  $V_f$  wird durch einen nicht dargestellten Frequenzgeber direkt oder über einen Hochlaufgeber vorgegeben. Der Spannungs-Frequenz-Umsetzer 2 dient dazu, die Eingangsspannung als Frequenzsollwert in einen frequenzproportionalen Impulszug umzuwandeln.

Die einzelnen Thyristoren in dem Gleichrichter REC erhalten Zündimpulse von einem Zündwinkelsteuergerät 3, das einen Sägezahn-generator, einen Vergleicher, einen Impulsverstärker und einen Impulsübertrager umfaßt. Das Zündwinkelsteuergerät 3 steuert die Zündung der einzelnen Thyristoren im Gleichrichter REC mit einem Zündwinkel entsprechend der Ausgangsspannung eines Regelgeräts 4. Für das Regelgerät 4 kann beispielsweise ein bekanntes Regelgerät mit proportionaler und integraler Regelwirkung (PI-Regler) eingesetzt werden. Das Regelgerät 4 dient dazu, die Ausgangsspannung des Gleichrichters REC durch das Zündwinkelsteuergerät 3 so zu regeln, daß ein Istwert  $V_i$  mit einem Sollwert  $V_s$  übereinstimmt. Der Istwert  $V_i$  ist beispielsweise der Istwert der Ausgangsspannung des Wechselrichters, die durch einen Spannungsmeßwandler 5 erfaßt wird. Um den magnetischen Fluß der Drehfeldmaschine annähernd konstant zu halten, ist es erforderlich, die Ausgangsspannung des Wechselrichters INV im Verhältnis zur Ausgangsfrequenz des Wechselrichters zu ändern. Daher weist der Sollwert  $V_s$  ein bestimmtes Verhältnis zum Basisfrequenzsollwert  $V_f$  auf. In diesem Fall kann der Basisfrequenzsollwert  $V_f$  als Spannungssollwert  $V_s$  benutzt werden.

Alternativ kann der Spannungsmeßwandler 5 durch einen Magnetflußmeßwandler ersetzt sein, um den Istwert des magnetischen Flusses in der Drehfeldmaschine zu erfassen. Der Istwert wird dem Regelgerät 4 als Istwert  $V_i$  zugeführt. Ein Sollwert  $V_s$  für den magnetischen Fluß wird durch ein Potentiometer vorgegeben. Damit kann



eine direkte Steuerung des magnetischen Flusses auf einen vorgegebenen Wert bewirkt werden.

Durch die beschriebene Anordnung wird die Drehfeldmaschine mit einer dem Basisfrequenzsollwert  $V_f$  entsprechenden Drehzahl betrieben, während der magnetische Fluß in der Drehfeldmaschine auf einem annähernd konstanten Wert gehalten wird.

Ferner wird die Spannung des Drehstromnetzes N von einer Überwachungseinheit 6 überwacht, um bei Einbrüchen oder Unterbrechungen der Versorgungsspannung geeignete Maßnahmen einzuleiten. Die Überwachungseinheit 6 erzeugt ein die Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigendes Signal beispielsweise dann, wenn die Versorgungsspannung einen vorgegebenen Grenzwert unterschreitet. Das die Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigende Signal wird einer Hilfsanordnung 7 zugeführt. Die Hilfsanordnung 7 dient dazu, den Frequenzhilfssollwert  $-V_f'$  zu erzeugen. Der Frequenzhilfssollwert  $-V_f'$  wird am Eingang des Spannungs-Frequenz-Umsetzers 2 zum Basisfrequenzsollwert hinzuaddiert. Als Ergebnis wird die Ausgangsfrequenz des Spannungs-Frequenz-Umsetzers 2 herabgesetzt und dabei auch die Frequenz des selbstgeführten Wechselrichters INV. Ferner wird das eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigende Signal auch dem Zündwinkelsteuergerät 3 und dem Regelgerät 4 zugeführt. Dadurch wird bei Ausfall der Versorgungsspannung die Impulserzeugung im Zündwinkelsteuergerät 3 unterbunden und im Regelgerät 4 Nullhaltung erzwungen.

Figur 2 zeigt anhand einer grafischen Darstellung den Notbetrieb entsprechend der vorliegenden Erfindung bei einer Unterbrechung der Versorgungsspannung. Die Zeichnung zeigt in einem Beispiel, wie sich die synchrone Drehzahl  $N_0$  (gestrichelte Linie) der Drehfeldmaschine M und deren Istfrequenz zwischen Unterbrechung und Wiederkehr der Versorgungsspannung in Abhängigkeit von der Zeit t ändern. Sobald das eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigende Signal zum Zeitpunkt  $t_1$  erzeugt ist, wird der Frequenzsollwert für den Wechselrichter plötzlich sprunghaft gemäß der vorliegenden Erfindung abgesenkt, so daß die synchrone

Drehzahl  $N_0$  schnell auf einen Wert unter der Istdrehzahl der Drehfeldmaschine verringert wird. Als Ergebnis kann die Drehfeldmaschine M unmittelbar im generatorischen Betrieb weiterlaufen. Die Maschinenistdrehzahl  $N$  sinkt während der Unterbrechung der Versorgungsspannung. Die Ausgangsfrequenz des Wechselrichters wird mit dem weiteren Absinken der Maschinendrehzahl weiter reduziert, um die Bedingung für generatorischen Betrieb ( $N_0$  kleiner  $N$ ) aufrechtzuerhalten. Zum Zeitpunkt  $t_2$ , in dem die Versorgungsspannung wieder voll ansteht und das eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigende Signal verschwunden ist, wird der Frequenzsollwert mit vorgegebener Steigung wieder auf den ursprünglichen Wert angehoben. Mit dem Wegfall des eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Signals entfällt die Blockierung des Zündwinkelsteuergerätes 3 und die Nullhaltung am Regelgerät 4 wird aufgehoben. Es erfolgt damit der Übergang zu normalen Betriebsbedingungen, wobei die Maschinendrehzahl  $N$  auf ihren Normalwert ansteigt, während der magnetische Fluß der Drehfeldmaschine unter der Wirkung des Regelgeräts 4 auf einem konstanten Wert gehalten wird. Zum Zeitpunkt  $t_3$  ist der Übergang der Drehfeldmaschine in ihren normalen, d.h. vor Eintritt der Versorgungsspannungsunterbrechung bestehenden Betriebszustand vollendet.

Im Gegensatz zu dem vorbekannten System, bei dem die Ausgangsfrequenz des Wechselrichters beim Eingehen eines eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Signals in geradliniger Form verringert wird, ändert sich die synchrone Drehzahl der Drehfeldmaschine 4, wie es durch die gestrichelte Linie in Figur 2 dargestellt ist. Dabei tritt unvermeidbar eine Totzeit auf, bis die synchrone Drehzahl unter die Maschinendrehzahl verringert ist, d.h. bis die Drehfeldmaschine die Bedingung für generatorischen Betrieb erreicht. Während der Totzeit nimmt die Spannung des Glättungskondensators C im Zwischenkreis weiter ab. Um sicherzustellen, daß die Spannung des Glättungskondensators C nicht unter einen Wert absinkt, bei dem der Betrieb des Wechselrichters nicht mehr aufrechterhalten werden kann, ist es notwendig, einen Glättungskondensator C vorzusehen, der eine sehr große Kapazität aufweist. Ein Vorteil eines Systems nach der vorliegenden Erfindung

beruht darauf, daß ein Glättungskondensator mit einer kleinen Kapazität eingesetzt werden kann, wenn die Totzeit auf ein Mindestmaß gebracht wird.

Figur 3 veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel der Hilfsanordnung 7, für den oben erläuterten Notbetrieb gemäß der vorliegenden Erfindung.

Die Hilfsanordnung 7 in Figur 3 umfaßt einen Steuerkreis 71, der die Geschwindigkeit der Frequenzabnahme steuert, ein Steuermittel 72, einen Kompensationskreis 73 und einen Summationsverstärker 74. Der Steuerkreis 71 ist ein sogenannter "Hochlaufgeber", der im wesentlichen einen Integrator und einen Vergleicher umfaßt, wobei der Integrator aus einem Operationsverstärker  $Q_1$ , einem Kondensator  $C_1$  und einem Widerstand  $R_1$  und der Vergleicher aus einem Operationsverstärker  $Q_2$  und Widerständen  $R_2$  und  $R_3$  besteht. An den Eingangsklemmen des Operationsverstärkers  $Q_2$  liegt eine vorgegebene Spannung negativer Polarität, die von dem Potentiometer  $VR_1$  abgeleitet ist, sowie eine Ausgangsspannung  $V_{10}$  des Integrators, die über den Widerstand  $R_3$  zurückgeführt ist. Die Ausgangsklemme des Operationsverstärkers  $Q_2$  ist über den Widerstand  $R_4$  mit der Eingangsklemme des Integrators verbunden. In Parallelschaltung zum Widerstand  $R_3$  ist ein Schalter  $S_1$  angeordnet, der durch ein Ausgangssignal der eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Überwachungseinheit 6 steuerbar ist. Der Schalter  $S_1$  ist unter normalen Betriebsbedingungen geschlossen, bei einem Ausfall der Versorgungsspannung geöffnet. In ähnlicher Weise ist der Verbindungspunkt des Eingangswiderstandes  $R_1$  des Integrators und des Ausgangswiderstandes  $R_4$  des Vergleichers über den Schalter  $S_2$  und die Diode  $D1$  mit der Ausgangsklemme des Steuermittels 72 verbunden, wobei der Schalter  $S_2$  durch das Ausgangssignal der eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Überwachungseinheit 6 nur während des Ausfalls der Versorgungsspannung geschlossen wird.

Das Steuermittel 72 umfaßt einen Operationsverstärker  $Q_3$ , Eingangswiderstände  $R_5$ ,  $R_6$  und einen Rückkopplungswiderstand  $R_7$ . Der Eingangswiderstand  $R_5$  wird mit einer Steuerspannung positi-

ver Polarität, die über das Potentiometer  $VR_2$  abgegriffen ist, beaufschlagt, während der Eingangswiderstand  $R_6$  an einem Istwert negativer Polarität liegt. Soll der magnetische Fluß der Drehfeldmaschine während der Unterbrechung der Versorgungsspannung auf einem konstanten Wert gehalten werden, dann stellt der Istwert den Istwert des magnetischen Flusses der Drehfeldmaschine dar. In Figur 1, wo das Regelgerät 4 zur Regelung des magnetischen Flusses eingesetzt ist und ein Meßwandler für die Erfassung des magnetischen Flusses als Wandler 5 eingesetzt ist, kann der Istwert des magnetischen Flusses der Drehfeldmaschine vom Wandler 5 abgeleitet werden. Wo das Regelgerät 4 als Spannungsregler eingesetzt ist und demzufolge als Wandler 5 ein Spannungsmeßwandler eingesetzt wird, ist es natürlich notwendig zusätzlich zu dem Wandler 5 einen weiteren Meßwandler zur Erfassung des magnetischen Flusses vorzusehen.

Der Kompensationskreis 73 weist zwei Operationsverstärker  $Q_4$  und  $Q_5$  auf, wobei der Operationsverstärker  $Q_4$  der ersten Stufe zusammen mit den beiden Widerständen  $R_8$ ,  $R_9$  und einem Kondensator  $C_2$  einen Differenzierkreis darstellt, während der Operationsverstärker  $Q_5$  der zweiten Stufe zusammen mit den Widerständen  $R_{10}$  und  $R_{11}$  einen Umkehrverstärker bildet. Die Eingangsklemme des Differenzierkreises liegt unter Normalbedingungen an Erde über einen Schalter  $S_3$ , der durch das Ausgangssignal der eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Überwachungseinheit 6 (Figur 1) betätigt wird. Bei einer Unterbrechung der Versorgungsspannung wird durch den Schalter  $S_3$  ein vorgegebenes positives Potential an die Eingangsklemme des Differenzierkreises gelegt. Ferner besteht am Operationsverstärker  $Q_5$  unter normalen Arbeitsbedingungen Nullhaltung. Jedoch wird durch ein Ausgangssignal der bei einer Unterbrechung der Versorgungsspannung ansprechenden Überwachungseinheit 6 bei einer Unterbrechung der Versorgungsspannung am Operationsverstärker  $Q_5$  die Nullhaltung aufgehoben. Die Ausgangsspannung des Operationsverstärkers  $Q_5$  wird durch einen Spannungsteiler  $VR_3$  geteilt und dann als Ausgangsspannung  $V_{30}$  entnommen.

Die Ausgangsspannungen  $V_{10}$  und  $V_{30}$  der Kreise 71 und 73 werden durch einen Summationsverstärker 74 addiert. Der Summationsverstärker 74 umfaßt einen Operationsverstärker  $Q_6$  und Widerstände  $R_{12}$ ,  $R_{13}$  und  $R_{14}$ . Die Ausgangsspannung des Summationsverstärkers 74 ist den Eingangsklemmen des Spannungs-Frequenz-Umsetzers 2 als Frequenzhilfssollwert  $-V_f^1$  (Figur 1) zugeführt, wo er zum Basisfrequenzsollwert addiert wird. Die Wirkungsweise der Hilfsanordnung 7 wird im folgenden beschrieben, wobei Bezug auf Figur 3 genommen wird.

Unter Normalbedingungen befinden sich die Schalter  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  in den in Figur 3 dargestellten Lagen und der Operationsverstärker  $Q_5$  weist Nullhaltung auf. Da der Schalter  $S_2$  geöffnet ist, bleibt die Ausgangsspannung  $V_{20}$  des Steuermittels 72 für den magnetischen Fluß ohne jede Wirkung auf den Steuerkreis 71. Da der Steuerkreis 71 wegen des geschlossenen Schalters  $S_1$  Nullhaltung aufweist, ist die Ausgangsspannung  $V_{10}$  des Steuerkreises 71 Null. Die Ausgangsspannung  $V_{30}$  des Kompensationskreises 73 ist ebenfalls Null, so daß die Ausgangsspannung  $-V_f^1$  der Hilfsanordnung 7 Null beträgt.

Wenn - wie Figur 4a zeigt - ein eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigendes Signal A zur Zeit  $t_1$  erzeugt wird, ändern die Schalter  $S_1$  bis  $S_3$  ihren in Figur 3 dargestellten Schaltzustand. Im Steuerkreis 71 wird durch das Öffnen des Schalters  $S_1$  die Nullhaltung aufgehoben, so daß die Ausgangsspannung  $V_{Q2}$  des Vergleichers sich sprunghaft von Null auf einen vorgegebenen negativen Wert ändern kann. Gleichzeitig wird der Schalter  $S_2$  geschlossen, so daß die Ausgangsspannung  $V_{20}$  des Steuermittels 72 über die Diode D1 am Steuerkreis 71 liegt. Da der vorgegebene Wert  $V_{Q2}$  so gewählt ist, daß er kleiner als  $V_{20}$  ist, wird die Diode D1 leitend und das anstehende Signal dem Integrator eingangsseitig zugeführt. Daher beginnt sich die Ausgangsspannung  $V_{10}$  des Integrators zu ändern mit einer Änderungsgeschwindigkeit, die von der Ausgangsspannung des Steuermittels 72 und der Integrationszeit  $CR_1$  abhängt. Je kleiner der am Widerstand  $R_6$  anliegende Istwert des magnetischen Flusses in Relation zu dem durch

das Potentiometer  $VR_2$  vorgegebenen Sollwert ist, um so höher wird die Ausgangsspannung  $V_{20}$  negativer Polarität des Steuermit-  
tels 72 und umso stärker nimmt die Steigung der Anstiegsflanke der Ausgangsspannung  $V_{10}$  des Integrators zu. In Figur 4c ist die Änderung der Ausgangsspannung  $V_{10}$  des Integrators in Abhängig-  
keit von der Zeit dargestellt, wobei sie jedoch aus Gründen einer einfacheren Darstellbarkeit mit konstanter Steigung eingezeichnet ist. Im Kompensationskreis 73 wird durch eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigendes, zum Zeitpunkt  $t_1$  eingehendes Signal am Verstärker  $Q_5$  die Nullhaltung aufgehoben, und gleich-  
zeitig der Schalter  $S_3$  an positives Potential gelegt. Als Ergeb-  
nis erzeugt der Kompensationskreis 73 eine Spannung  $V_{30}$  von dif-  
ferenzieller Wellenform, wie es in Figur 4d dargestellt ist. Die Ausgangsspannungen  $V_{10}$  und  $V_{30}$  der beiden Kreise 71 und 73 werden addiert (Umkehr der Polarität) durch den Summationsverstärker 74, dessen Ausgangsspannung als Ausgangsspannung  $-V_f'$  der Hilfsanord-  
nung 7 entnommen wird. Die Änderung der Ausgangsspannung  $-V_f'$  mit der Zeit ist in Figur 4e dargestellt. Figur 4f zeigt die Änderung der gesamten Eingangsspannung  $V_f - V_f'$  des Spannungs-Frequenz-Um-  
setzers 2 in Figur 1. Wie aus Figur 4f entnommen werden kann, wird - sobald das eine Unterbrechung der Versorgungsspannung an-  
zeigende Signal erzeugt ist - der Frequenzsollwert  $V_f - V_f'$  plötz-  
lich abgesenkt, wodurch die Wechselrichterausgangsfrequenz schnell herabgesetzt wird, so daß die Drehfeldmaschine ohne ins Gewicht fallende Verzögerung in den Arbeitsbereich für generatorischen Betrieb gelangt. In der Folge wird der Frequenzsollwert  $V_f - V_f'$  mit dem Abfall der Maschinendrehzahl weiter verringert. Dabei wird die Verringerungsgeschwindigkeit durch das Steuermittel 72 so aus-  
geglichen, so daß der magnetische Fluß der Drehfeldmaschine auf einem vorgegebenem Wert gehalten wird.

Mit der Wiederkehr der Versorgungsspannung im Zeitpunkt  $t_2$  endet das eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigende Signal A und die Schalter  $S_1$  bis  $S_3$  nehmen wieder ihre in Figur 3 einge-  
zeichnete Schaltstellung ein. Am Operationsverstärker  $Q_5$  wird wieder Nullhaltung erzwungen. Im Steuerkreis 71 ändert sich die Ausgangsspannung  $V_{Q2}$  des Vergleichers sprunghaft durch Öffnen des

Schalters  $S_1$  auf einen vorgegebenen positiven Wert. Gleichzeitig wird der Schalter  $S_2$  geöffnet. Damit nimmt die Ausgangsspannung  $V_{10}$  des Integrators mit konstanter Steigung bis zum Erreichen des Wertes Null ab. Folglich nimmt die Ausgangsspannung  $-V_f'$  der Hilfsanordnung 7 mit derselben Steigung auf Null ab, der Frequenzsollwert  $V_f - V_f'$  kehrt dagegen mit derselben Steigung auf seinen ursprünglichen Wert  $V_f$  zurück. Dieser Vorgang ist zum Zeitpunkt  $t_3$  beendet. Da die Ausgangsspannung  $V_{10}$  des Integrators zum Zeitpunkt  $t_3$  Null wird, wird die Ausgangsspannung  $V_{Q2}$  des Vergleichers ebenfalls Null. Damit wird der Frequenzsollwert bei der Wiederkehr der Versorgungsspannung auf den ursprünglichen Wert mit einer vorgegebenen Steigung zurückgeführt, wobei plötzliche, sprunghafte Änderungen vermieden werden. Während dieses Übergangsprozesses arbeiten das Regelgerät 4 und das Zündwinkelsteuergerät 3 wieder, um den magnetischen Fluß der Drehfeldmaschine auf einem angenähert konstanten Wert zu halten, wobei die Ausgangsspannung des Gleichrichters REC wieder gesteuert wird. Da eine sprunghafte Änderung des Frequenzsollwertes unmittelbar nach Beendigung des eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Signals umgangen wird, wird der folgende Nachteil vermieden: Wird nämlich der Frequenzsollwert nach Beendigung des eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Signals plötzlich erhöht, kann das Regelgerät 4 einer solch plötzlichen Erhöhung nicht folgen, so daß die Spannung des Glättungskondensators C mit der Zeit abfällt. Falls der Abfall in der Spannung des Kondensators hinreichend groß ist, besteht die Gefahr, daß Kommutierungsstörungen beim Wechselrichter auftreten. Wie bereits oben erwähnt, kann - in dem in Figur 3 gezeigten Ausführungsbeispiel - nicht nur ein sicherer Betrieb des Wechselrichters während Unterbrechung der Versorgungsspannung aufrechterhalten werden, sondern es wird auch die Überführung zu normalen Betriebsbedingungen "weich" vollzogen.

Im Fall, daß - wie bei der Beschreibung der Figur 1 erwähnt - der Frequenzsollwert  $V_f$  durch einen Frequenzgeber über einen Hochlaufgeber vorgegeben wird, wird die Hilfsanordnung 7 in Figur 3 vorzugsweise so modifiziert, daß der Steuerkreis 71 in Figur 3 als Hochlaufgeber genutzt werden kann.

Figur 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer derartigen Abwandlung. Das in Figur 5 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem in Figur 3 dargestellten dadurch, daß das Potentiometer  $VR_1$  zur Frequenzeinstellung dient, so daß eine Spannung positiver Polarität entsprechend dem Frequenzsollwert  $V_f$  an den Steuerkreis 71 angelegt werden kann. Der Schalter  $S_1$  wird gegenüber der in Figur 3 dargestellten Hilfsanordnung so geschaltet, daß er während einer Unterbrechung der Versorgungsspannung geschlossen ist. Ein Signal, das den Wert  $V_f - V_f'$  entspricht, kann der Ausgangsklemme des Summationsverstärkerkreises 74 entnommen werden. Dieses Signal wird dem Spannungs-Frequenz-Umsetzer 2 zugeführt.

Der Steuerkreis 71 dient nicht nur zur Steuerung der Frequenzabsenkungsgeschwindigkeit während einer Unterbrechung der Versorgungsspannung und der Frequenzanstiegsgeschwindigkeit nach der Wiederkehr der Versorgungsspannung, sondern ebenso der Einstellung der Frequenzabsenkungs- und anstiegsgeschwindigkeit beim Start, beim Stillsetzen und bei einer Änderung der Frequenz des Wechselrichters. Falls beispielsweise beim Starten ein erwünschter Basisfrequenzsollwert  $V_f$  am Potentiometer  $VR_1$  eingestellt ist, um den geschlossenen Schalter  $S_1$  zu öffnen, ändert sich die Ausgangsspannung des Verstärkers  $Q_2$  des Vergleichers von Null auf einen positiven vorgegebenen Wert. Folglich wird die Ausgangsspannung des Verstärkers  $Q_1$  des Integrators mit konstanter Änderungsgeschwindigkeit auf die negative Spannung  $-V_f$  abnehmen, die dieselbe Größe wie der Basisfrequenzsollwert  $V_f$  aufweist, der durch das Potentiometer  $VR_1$  vorgegeben ist. Mit der Übereinstimmung der Ausgangsspannung des Verstärkers  $Q_1$  mit  $-V_f$  wird das Ausgangssignal des Verstärkers  $Q_2$  zu Null, womit die Ausgangsspannung des Verstärkers  $Q_1$  auf den Wert  $-V_f$  festgehalten wird. Die Ausgangsspannung des Verstärkers  $Q_1$  wird durch den Summationsverstärker 74 umgekehrt und anschließend dem Spannungs-Frequenz-Umsetzer 2 als Frequenzsollwert zugeführt. Sogar wenn eine Änderung der Spannungsvorgabe durch den Einsteller 73 erfolgt, ändert sich der Frequenzsollwert, der über den Summationsverstärker 74 dem Spannungs-Frequenz-Umsetzer 2 zugeführt wird, auf den neu vorgegebenen Wert mit vor-



gegebener Anstiegs- und Abfallgeschwindigkeit.

Die Wirkungsweise des Ausführungsbeispiels im Fall einer Unterbrechung der Versorgungsspannung wird im folgenden unter Bezugnahme auf Figur 6 beschrieben.

Wenn ein eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigendes Signal A durch die Überwachungseinheit 6 der Figur 1 im Zeitpunkt  $t_1$  erzeugt wird, ändern die Schalter  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  ihren in Figur 5 dargestellten Zustand. Der Verstärker  $Q_5$  in dem Kompensationskreis 73 wird nicht länger auf Null gehalten. In dem Steuerkreis 71 geht die Ausgangsspannung  $V_{Q_2}$  des Verstärkers  $Q_2$  durch das Schließen des Schalters  $S_1$  sprunghaft vom Wert Null auf einen negativen Wert über. Dies ist in Figur 6b dargestellt. Da auch der Schalter  $S_2$  geschlossen ist, beginnt zu diesem Zeitpunkt die Ausgangsspannung  $V_{10}$  des Integrators mit einer Steigung entsprechend der Ausgangsspannung des Steuermittels 72 auf Null abzufallen.

Die Änderung der Ausgangsspannung  $V_{10}$  mit der Zeit ist in Figur 6c dargestellt. Wie im Fall der Figur 4 ist die Anpassung der Steigung durch das Steuermittel 72 hierbei vernachlässigt und die Ausgangsspannung als sich mit konstanter Steigung ändernd dargestellt. Die Wirkungsweise des Kompensationskreises 73 ist vollkommen dieselbe wie die des im Ausführungsbeispiel in Figur 3 dargestellten Kompensationskreises, so daß ebenso eine Ausgangsspannung  $V_{30}$  von differenzieller Wellenform erhalten werden kann. Dies ist in Figur 6d dargestellt. Daher kann den Ausgangsklemmen des Summationsverstärkers 74 eine Ausgangsspannung entnommen werden, wie sie in Figur 6e dargestellt ist. Diese Ausgangsspannung wird den Eingangsklemmen des Spannungs-Frequenz-Umsetzers 2 zugeführt.

Wenn mit der Wiederkehr der Versorgungsspannung das eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigende Signal A im Zeitpunkt  $t_2$  verschwindet, wird der Schalter  $S_1$  im Steuerkreis 71 wieder geöffnet. Damit kehrt die Ausgangsspannung  $V_{10}$  des Steuerkreises 71 mit konstanter Steigung auf ihren ursprünglichen Wert zurück.

Der Vorgang ist im Zeitpunkt  $t_3$  abgeschlossen. Damit hat der Frequenzsollwert, der durch den Summationsverstärker 74 an den Spannungs-Frequenz-Umsetzer 2 abgegeben wird, ebenfalls seinen ursprünglichen Wert erreicht.

Der in den Figuren 3 und 5 dargestellte Kompensationskreis 73, der zur Erzeugung eines Kompensationssignals dient, das einen plötzlichen Frequenzabfall des Wechselrichters nach der Erzeugung des eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Signals hervorruft, kann abgeändert werden, wie dies in Figur 7 dargestellt ist.

Unter Bezugnahme auf den in Figur 7 dargestellten Kompensationskreis 73 ist ersichtlich, daß der Verstärker  $Q_5$  der zweiten Stufe als ein Umkehrverstärker mit den Widerständen  $R_{10}$ ,  $R_{11}$  und einem Spannungsteiler  $VR_3$  aufgebaut ist, wobei der Kompensationskreis auf Spannung Null gehalten werden kann. Abweichend von den in Figur 3 und 5 dargestellten Fällen bildet der Verstärker  $Q_4$  zusammen mit einem Kondensator  $C_3$  und einem Widerstand  $R_{15}$  einen Integrationskreis. Unter Normalbedingungen wird eine positive Spannung über einen Widerstand  $R_{16}$  an den Eingang dieses Integrationskreises gelegt, so daß die Ausgangsspannung des letzteren auf einem negativen Sättigungswert gehalten werden kann. In diesem Fall wird eine Diode  $D_2$  leitend, da wegen des auf Null gehaltenen Verstärkers  $Q_5$  die dem Spannungsteiler  $VR_3$  entnommene Ausgangsspannung  $V_{30}$  Null ist. Die Diode  $D_2$  liegt in der Verbindung zwischen dem Ausgang des Integrationskreises und dem Eingang des Umkehrverstärkers der zweiten Stufe. Mit der Erzeugung des eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Signals A durch die Überwachungseinheit 6 in Figur 1 (Zeitpunkt  $t_1$  in Figur 8), wird die Nullhaltung am Verstärker  $Q_5$  aufgehoben, so daß die Ausgangsspannung  $V_{30}$  sich sprunghaft von Null auf einen positiven Wert ändert. Gleichzeitig wird die Klemme B des Integrationskreises über einen Widerstand  $R_{17}$  mit einem Punkt negativer Polarität durch das Schließen des Schalters  $S_4$  verbunden. Der Schalter  $S_4$  ist dabei durch das eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigende Signal A umgeschaltet worden. In diesem Fall, da das

Potential der Klemme B, wie vorgegeben, in die negative Spannungsrichtung gezogen wird, läuft die Ausgangsspannung  $V_{Q_4}$  des Integrationskreises und damit die Ausgangsspannung  $V_{30}$  des Kompensationskreises 73 mit konstanter Geschwindigkeit zum Wert Null. Sobald die Ausgangsspannung  $V_{Q_4}$  des Integrationskreises den Wert Null erreicht hat (Zeitpunkt  $t_1^!$  in Figur 8), wird die Diode  $D_3$ , leitend so daß die Ausgangsspannung des Integrationskreises sich nicht zu positiven Werten ändern kann. Damit wird es unmöglich, daß die Ausgangsspannung  $V_{30}$  sich im Zeitpunkt  $t_1^!$  ändert, wenn sie einmal den Wert Null erreicht hat. Da das eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigende Signal im Zeitpunkt  $t_2$  verschwindet, öffnet der Schalter  $S_4$  wieder, so daß die Ausgangsspannung des Integrationskreises wieder einen positiven Wert annimmt. Jedoch verursacht die Änderung der Ausgangsspannung  $V_{Q_4}$  des Integrationskreises zu dieser Zeit keinerlei Änderung der Ausgangsspannung  $V_{30}$  des Kompensationskreises 73, da der Verstärker  $Q_5$  wegen des Fehlens des eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Signals wieder auf dem Wert Null gehalten wird.

Die Kompensationskreise 73 in den Figuren 3, 5 und 7 sind insoweit identisch als die Ausgangsspannung  $V_{30}$  unmittelbar nach der Erzeugung des eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Signals A sprunghaft von Null aus ansteigt und nur langsam auf Null zurückgeht und darauf unverändert auf dem Wert Null verbleibt, selbst nach dem Verschwinden des eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Signals A. Wegen der sprunghaften Änderung wird die Drehfeldmaschine schnell in die Betriebsbedingungen für den generatorischen Betrieb überführt. Darüber hinaus ermöglicht der langsame Rückgang auf Null die Entnahme des Kompensationssignals  $V_{30}$  ohne einen Schock hervorzurufen. Das Steuermittel 72 kann auf Änderung des Kompensationssignals ansprechen, ohne einen plötzlichen Anstieg in der Frequenz des Wechselrichters (wegen der Entnahme des Kompensationssignals) zu verursachen. Ferner wird der Regelkreis für den Gleichrichter REC der das Regelgerät 4 umfaßt, durch das Verschwinden des eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Signals in Gang gesetzt, so daß die Frequenz des Wechselrichters auf den ursprünglichen Wert zurückgesetzt wird, während der magnetische Fluß der Drehfeldma-

schine auf einem annähernd konstanten Wert gehalten wird. Ein plötzlicher Anstieg des Frequenzsollwertes unmittelbar nach der Wiederkehr der Versorgungsspannung, dem der Regelkreis mit dem Regelgerät 4 nicht folgen kann, kann jedoch vermieden werden, indem die Änderung der Ausgangsspannung des Kompensationskreises 73 unterbunden wird.

Im vorangehenden ist der Fall beschrieben, bei dem die vorliegende Erfindung auf einen Wechselrichter mit vorgeschaltetem Spannungszwischenkreis angewendet ist. Die vorliegende Erfindung kann jedoch auch auf Wechselrichter mit vorgeschaltetem Gleichstromzwischenkreis, wie in Fuji-jiko, Band 47, Nr. 2, Seiten 236 bis 241 beschrieben, angewendet werden. Abweichend von dem Wechselrichter mit vorgeschaltetem Gleichspannungszwischenkreis ist der Wechselrichter mit Gleichstromzwischenkreis nicht mit einer Rückspeisungsdiode versehen und sein Zwischenkreis weist keinen Glättungskondensator auf. Der Wechselrichter mit Gleichstromzwischenkreis wird mit einem geglätteten Gleichstrom über die als Zwischenkreisspeicher wirkende Glättungsdrossel versorgt. Soll der Wechselrichter in Figur 1 einen Wechselrichter mit Gleichstromzwischenkreis darstellen, so ist der Glättungskondensator C zu entfernen. Ferner ist der Spannungsmeßwandler 5 durch einen Strommeßwandler zum Nachweis des Eingangs- oder Ausgangsstroms des Wechselrichters INV zu ersetzen. Das Regelgerät 4 wird als Stromregelgerät eingesetzt. Die Hilfsanordnung 7 mit einem Aufbau nach den Figuren 3, 5 und 7, kann in gänzlich derselben Weise eingesetzt werden wie im Fall des Wechselrichters mit vorgeschaltetem Gleichspannungszwischenkreis. In den Figuren 3 und 5 kann ferner ebenso wie im Fall des Wechselrichters mit Gleichspannungszwischenkreis, bei dem das Steuermittel 72 für den magnetischen Fluß durch ein Spannungssteuermittel ersetzt werden kann, bei einem Wechselrichter mit Gleichstromzwischenkreis das Steuermittel 72 für den magnetischen Fluß bei Bedarf durch ein Stromsteuermittel ersetzt werden. Alternativ dazu kann, wo die Lastkennlinie der Drehfeldmaschine sich nicht ändert, der Frequenzsollwert abgesenkt werden und entsprechend einer vorgegebenen Zeitfunktion auf seinen ursprünglichen Wert zurückgeführt werden, um den magneti-

schen Fluß der Drehfeldmaschine auf einem annähernd konstanten Wert zu halten. Auch in diesem Fall ist natürlich der Frequenzsollwert unmittelbar nach der Unterbrechung der Versorgungsspannung sprunghaft abzusenken. Der Gleichrichter REC ist im Fall des Umrichters mit Gleichstromzwischenkreis so zu steuern, daß die von der Drehfeldmaschine über den Wechselrichter rückgespeiste Energie ungehindert durch die als Energiespeicher dienende Glättungsdrossel fließen kann.

9 Patentansprüche

8 Figuren

Patentansprüche

1. Verfahren zum Notbetrieb eines eine Drehfeldmaschine speisenden Umrichters mit einem selbstgeführten Wechselrichter, einem Zwischenkreis und einem an eine Versorgungsspannung angeschlossenen gesteuerten Gleichrichter, bei dem bei einer Unterbrechung der Versorgungsspannung die Frequenz des Wechselrichters derart vermindert wird, daß die Drehfeldmaschine generatorisch arbeitet und den Zwischenkreisspeicher speist, dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzsollwert für den Wechselrichter (INV) unmittelbar nach der Unterbrechung der Versorgungsspannung sprunghaft erniedrigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzsollwert nach der sprunghaften Erniedrigung einen kurzzeitigen kontinuierlichen Anstieg aufweist, dem eine für die restliche Zeitspanne der Versorgungsspannungsunterbrechung anhaltende langsame Absenkung des Frequenzsollwertes derart folgt, daß eine Regelgröße, vorzugsweise der magnetische Fluß, der Drehfeldmaschine annähernd konstant bleibt und daß während der gesamten Versorgungsspannungsunterbrechung die Drehfeldmaschine generatorisch arbeitet.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Wiederkehr der Versorgungsspannung der Frequenzsollwert kontinuierlich auf den ursprünglichen Wert vor der Unterbrechung der Versorgungsspannung zurückgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 für einen Umrichter mit Gleichspannungszwischenkreis, dadurch gekennzeichnet, daß in der Zeitspanne, in der die Versorgungsspannung unterbrochen ist, die Ventile des Gleichrichters (REC) keine Zündimpulse erhalten.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 für einen Umrichter mit Gleichstromzwischenkreis, dadurch gekennzeichnet, daß in der Zeitspanne, in der die Versorgungsspannung unterbrochen ist, die Ventile des Gleichrichters (REC) gleichzeitig gezündet sind.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 für einen Umrichter, dessen Gleichrichter ein durch ein Regelgerät beeinflusstes Zündwinkelsteuergerät vorgeschaltet ist, wobei dem Regelgerät eingangsseitig eine von einem Meßwandler abgeleitete Regelgröße der Drehfeldmaschine sowie ein zugeordneter Sollwert zugeführt ist, und dessen Wechselrichter durch eine Ansteuereinheit und einen vorgeschalteten Spannungs-Frequenz-Umsetzer getaktet wird, dessen Eingang ein Basisfrequenzsollwert zugeführt ist, dadurch gekennzeichnet, daß eine Überwachungseinheit (6) zur Überwachung der Versorgungsspannung auf Unterbrechungen vorgesehen ist, deren eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigendes Ausgangssignal dem Zündwinkelsteuergerät (3), dem Regelgerät (4) sowie einer Hilfsanordnung (7) zugeführt ist, die ausgangssseitig einen Frequenzhilfssollwert ( $-V_f$ ) liefert, der einer eingangsseitigen Additionsstufe des Spannungs-Frequenz-Umsetzers (2) zusätzlich zum Basisfrequenzsollwert ( $V_f$ ) zugeführt ist.
  
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfsanordnung (7) folgende Merkmale aufweist:
  - a) ein Steuermittel (72) ist als Vergleichsglied ( $Q_3, R_5, R_6, R_7$ ) ausgeführt, das die Differenz ( $V_{20}$ ) zwischen Sollwert und Istwert einer Regelgröße, vorzugsweise des magnetischen Flusses bildet,
  - b) die Differenz ( $V_{20}$ ) ist über eine Diode ( $D_1$ ) und eine erste Schaltvorrichtung ( $S_2$ ) mit dem Eingang eines Integrators ( $R_1, Q_1, C_1$ ) eines Steuerkreises (71) verbunden, wobei dem Integrator ein Vergleichler ( $Q_2, R_2, R_3$ ) mit einem Operationsverstärker ( $Q_2$ ) vorgeschaltet ist, an dessen Eingang eine vorgegebene ( $VR_1$ ) Spannung negativer Polarität liegt und die Ausgangsspannung ( $V_{10}$ ) des Integrators ( $R_1, Q_1, C_1$ ) über den Widerstand ( $R_3$ ) zurückgeführt ist, wobei die Rückführung durch eine zweite Schalteinrichtung ( $S_1$ ) überbrückt ist,
  - c) ein Kompensationskreis (73) weist einen Differenzierkreis ( $Q_4, C_2, R_8, R_9$ ) auf, der zur Bildung einer Spannungsspitze eingangsseitig über eine dritte Schalteinrichtung ( $S_3$ ) an

- eine positive Spannung anschließbar ist und dem ein Umkehrverstärker ( $Q_5$ ,  $R_{10}$ ,  $R_{11}$ ) mit einer Ausgangsspannung ( $V_{30}$ ) nachgeschaltet ist,
- d) die Ausgangssignale ( $V_{10}$ ,  $V_{30}$ ) des Integrators ( $Q_1$ ,  $R_1$ ,  $C_1$ ) des Steuerkreises (71) und dem Umkehrverstärkers ( $Q_5$ ,  $R_{10}$ ,  $R_{11}$ ) des Kompensationskreises (73) werden in einem Summationsverstärker (74) zum Frequenzhilfssollwert ( $-V_f'$ ) addiert,
- e) die erste ( $S_2$ ) und die dritte Schalteinrichtung ( $S_3$ ) werden durch ein eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigendes Signal (A) der Überwachungseinheit (6) geschlossen, die zweite Schalteinrichtung ( $S_1$ ) geöffnet und die Nullhaltung der Ausgangsspannung ( $V_{30}$ ) des Umkehrverstärkers ( $Q_5$ ,  $R_{10}$ ,  $R_{11}$ ) wird aufgehoben.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Steuerkreis (71) die zweite Schalteinrichtung ( $S_1$ ) vor Eingang eines eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Signals (A) geöffnet ist und daß am Eingang des Operationsverstärkers ( $Q_2$ ) des Vergleichers ( $Q_2$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ) eine positive Spannung zur Bildung des Basisfrequenzsollwertes ( $V_f$ ) im Steuerkreis (71) anliegt und daß der Spannungs-Frequenz-Umsetzer (2) eingangsseitig nur noch mit dem Summationsverstärker (74) verbunden ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompensationskreis (73) anstelle des Differenzierkreises ( $Q_4$ ,  $C_2$ ,  $R_8$ ,  $R_9$ ) einen Integrationskreis ( $Q_4$ ,  $R_{15}$ ,  $C_3$ ) aufweist, dessen Ausgang über eine Diode ( $D_3$ ) an Masse und über eine weitere Diode ( $D_2$ ) mit dem Eingang des Umkehrverstärkers ( $Q_5$ ,  $R_{10}$ ,  $R_{11}$ ) verbunden ist, daß der Eingang (B) des Integrationskreises ( $Q_4$ ,  $R_{15}$ ,  $C_3$ ) vor Eingehen eines eine Unterbrechung der Versorgungsspannung anzeigenden Signals (A) an positiver Spannung liegt, nach Eingehen des Signals (A) jedoch durch die modifizierte dritte Schalteinrichtung ( $S_4$ ) an negative Spannung gelegt wird.





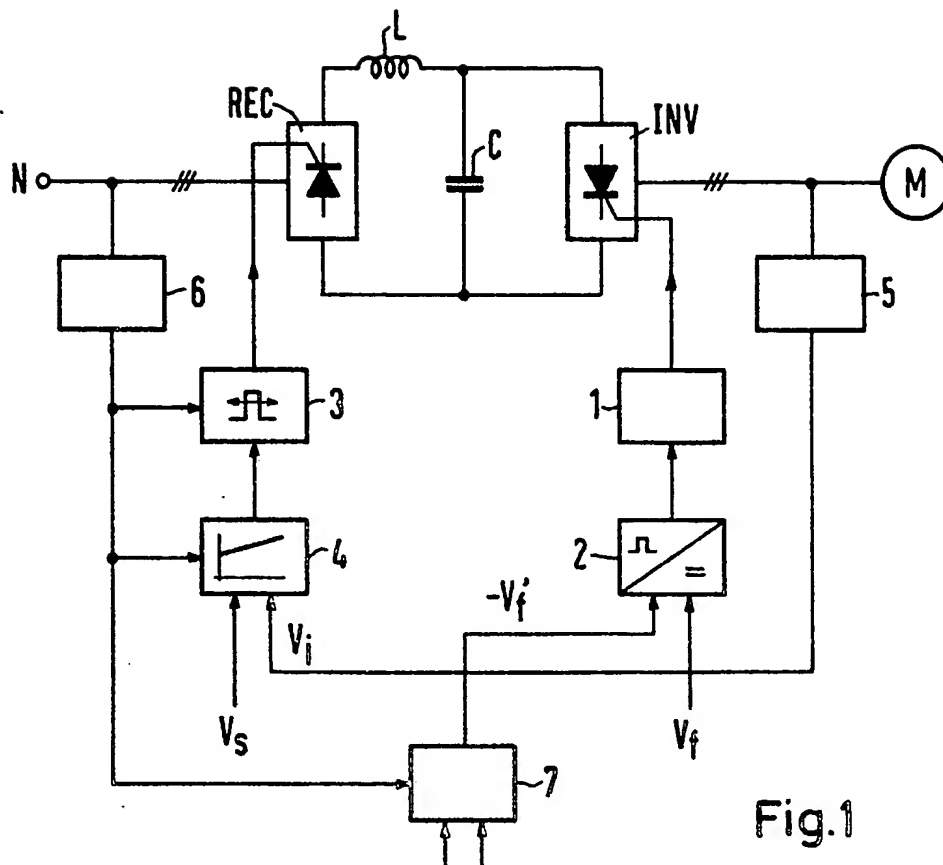


Fig.1

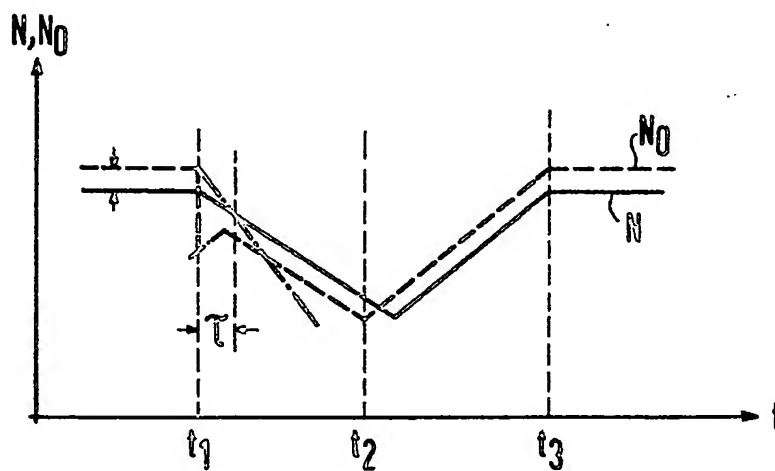


Fig.2

709811/0329

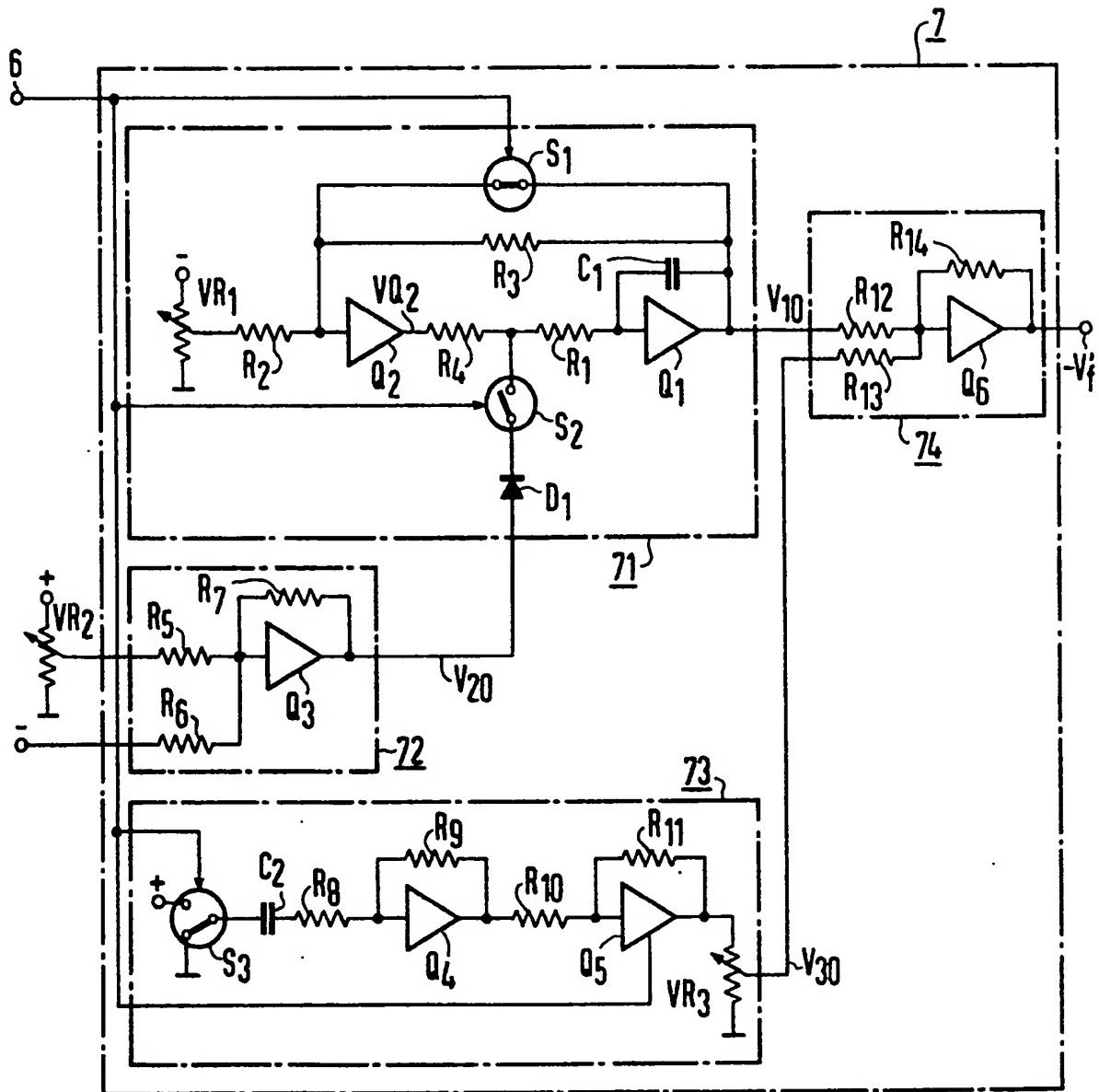


Fig.3

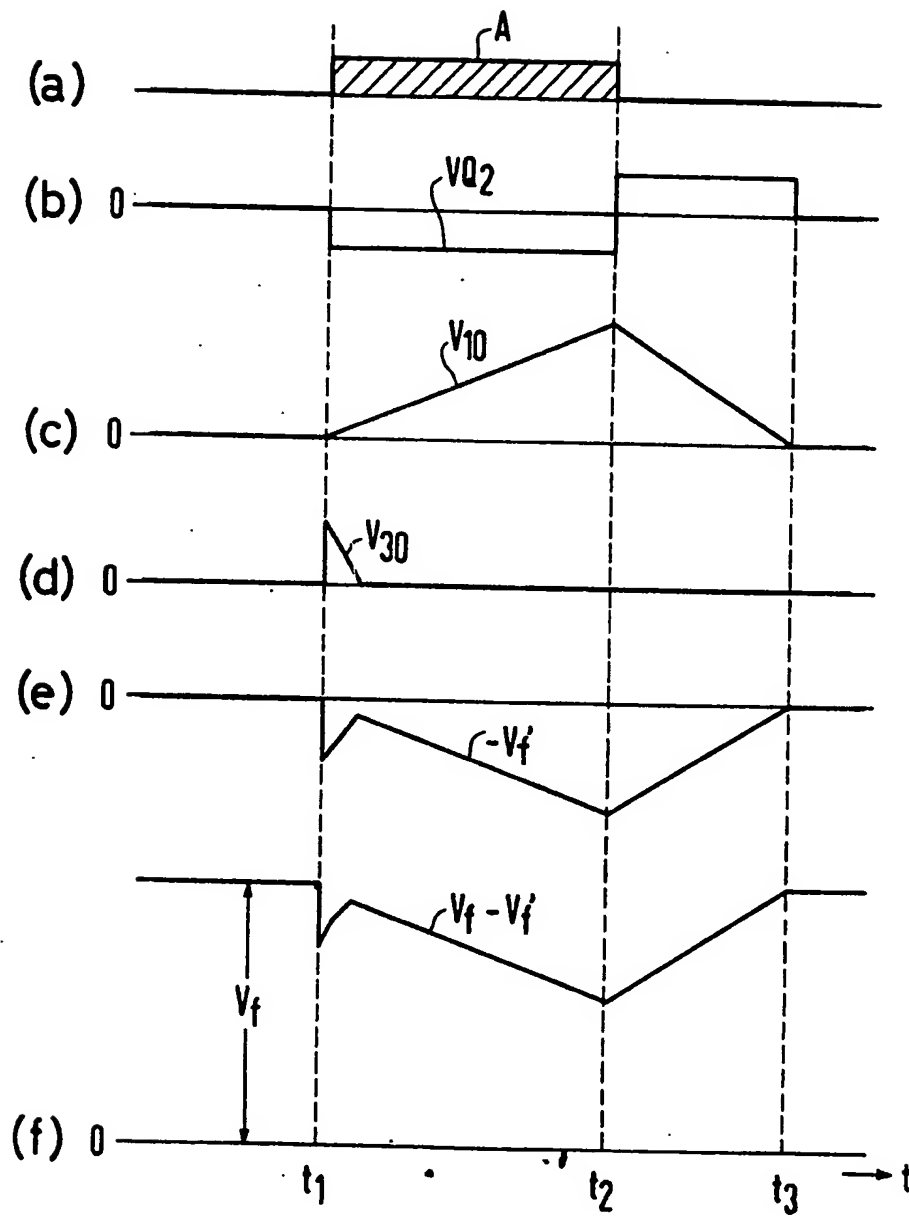


Fig.4

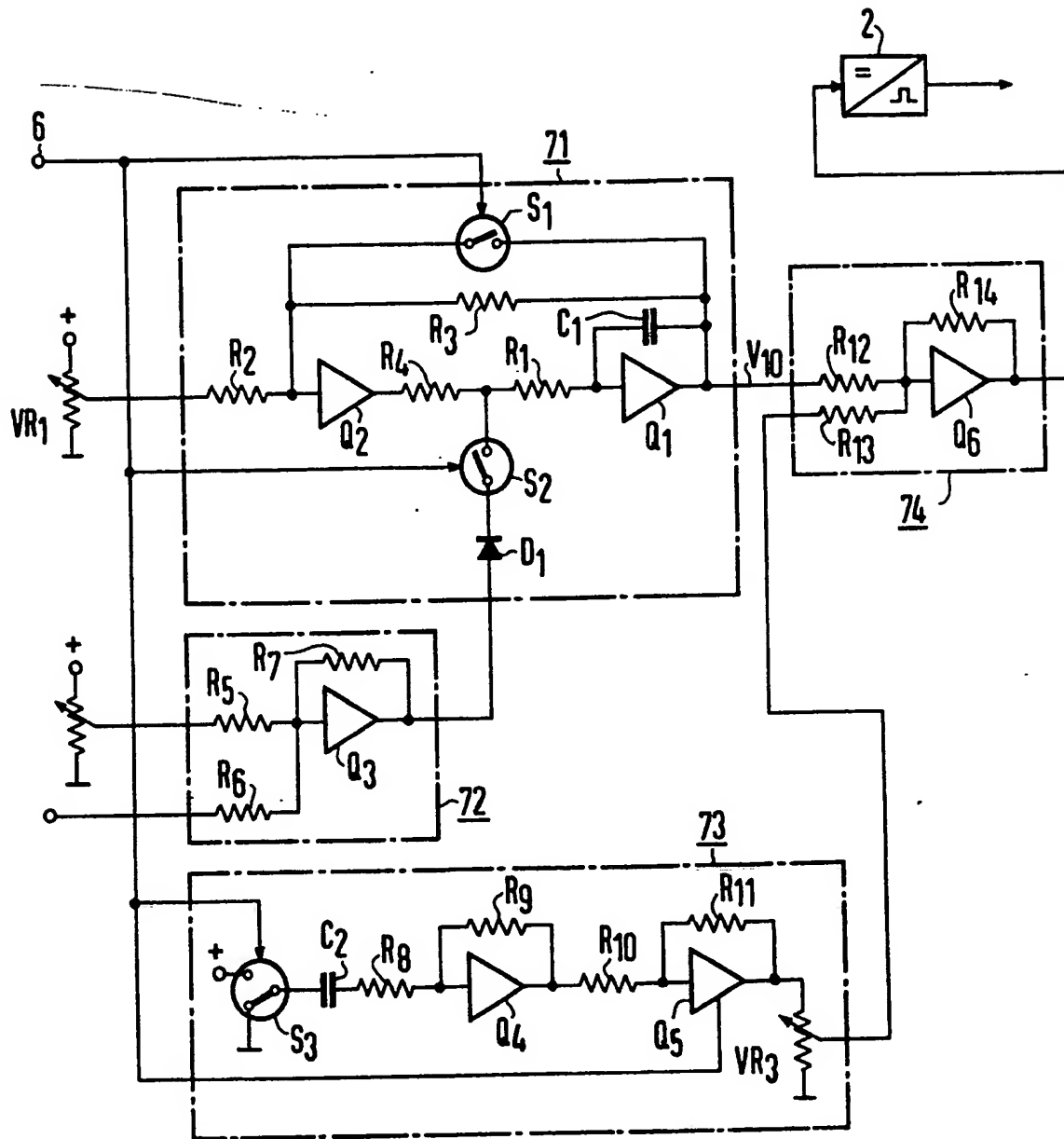


Fig.5

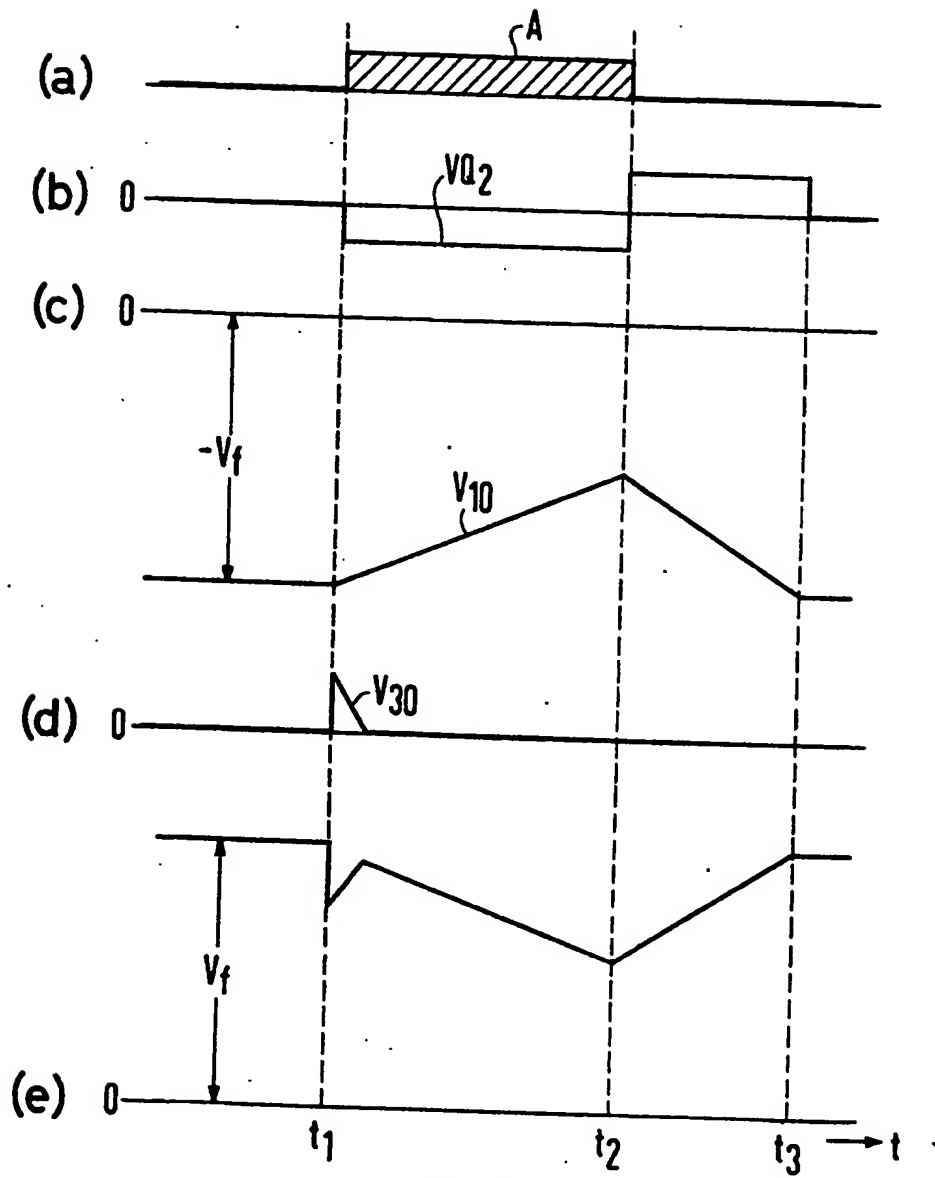


Fig.6

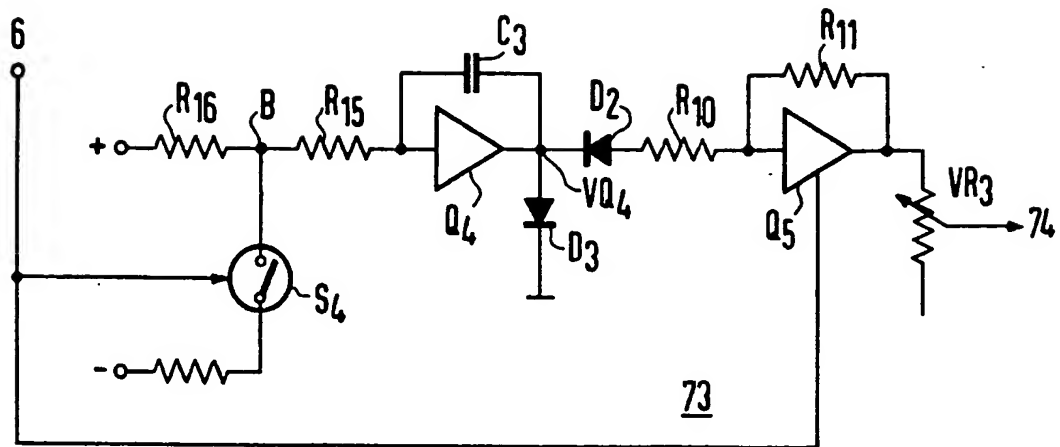


Fig.7

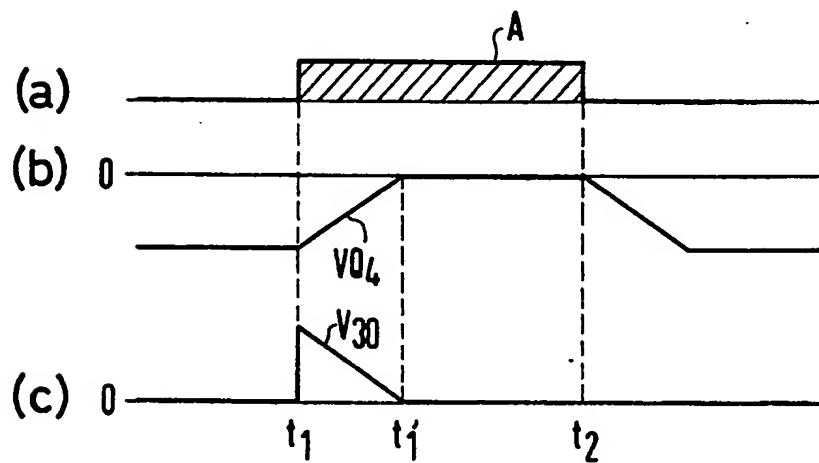


Fig.8